

# Halosphaera, eine neue Gattung grüner Algen aus dem Mittelmeer.

Von

Dr. Fr. Schmitz.

---

Mit Tafel III.

---

Die pelagische Flora ist zur Zeit noch sehr arm an Arten. So reiche Ausbeute auch dem Zoologen eine Untersuchung derjenigen Organismen, die an der Oberfläche des hohen Meeres fluthend umhertreiben, zu bieten pflegt, eine so geringe Anzahl von Formen bietet sich hier dem Botaniker dar, und nur einige wenige Arten von Algen sind bisher von diesem Fundorte bekannt geworden. Während meines jetzigen Aufenthaltes an der Zoologischen Station zu Neapel hatte ich wiederholt Gelegenheit genommen, die Ausbeute des Fanges mit dem feinen Netz an der Oberfläche des Meeres, den sogenannten Auftrieb, auf pflanzliche Organismen zu untersuchen. Allein ausser einigen Bacillariaceen aus den Gattungen *Chaetoceros* u. a. und einigen zweifelhaften grünen Zellen von der Form kleiner isolirter *Protococcus*zellen habe ich von specifisch pelagischen Algenformen nur eine einzige aufzufinden vermocht. Es sind das jene kleinen, hellgrünen, mit unbewaffnetem Auge eben noch sichtbaren Kugeln, die hier schon seit mehreren Jahren regelmässig im Frühjahr im Auftrieb beobachtet worden sind und unter der Bezeichnung der *punti verdi* der Mehrzahl der Forscher, die an der hiesigen Station gearbeitet haben, bekannt sein werden.

Ich habe diesen »grünen Punkten« meine Aufmerksamkeit etwas eingehender zugewandt, um die Natur und Entwicklungsweise derselben genauer festzustellen. Allein es ist mir nicht geglückt, den vollständigen Entwicklungsgang dieser Algenform festzustellen. Meine Culturen gingen nach und nach zu Grunde, und zur Zeit ist die Alge selbst nicht mehr aufzufinden. Gleichwohl sei es erlaubt, auch ohne

dass der gesammte Entwicklungsgang der Pflanze bis jetzt ermittelt worden ist, dasjenige, was ich über diesen Organismus bisher beobachtet habe, hier zusammenzustellen, theils weil diese Alge in der Literatur überhaupt noch gar keine Erwähnung gefunden hat, theils weil mir die beobachteten Thatsachen doch einige interessante Daten für die allgemeine Zellenlehre darzubieten scheinen.

Die Alge, um die es sich in den vorliegenden Zeilen handelt, erscheint regelmässig im Frühjahr, etwa von Mitte Januar bis Mitte April, in mehr oder minder zahlreichen Individuen im »Auftrieb«, der an der Oberfläche des offenen Meeres mit dem feinen Netz gefischt wird. Sie findet sich somit zu jener Jahreszeit an der Oberfläche des offenen Meeres in mehr oder weniger grosser Menge fluthend. Sie erscheint hier in Gestalt kleiner, heller oder dunkler grün gefärbter Kugeln, die mit unbewaffnetem Auge noch eben deutlich sichtbar sind. In Erinnerung an die Bezeichnung *punti verdi*, womit diese Kugeln in der Station benannt zu werden pflegen, mögen sie hier mit dem Namen *Halosphaera viridis* bezeichnet werden.

Die Grösse dieser Kugeln variirt ziemlich bedeutend. Die grössten Individuen, die ich beobachtete, besaßen 0,55—0,62 mm im Durchmesser. Von solchen Individuen fanden sich dann alle Abstufungen der Grösse bis zu Kugeln von etwa dem halben Durchmesser. Noch kleinere jüngere Individuen sind mir nicht zu Gesicht gekommen.

Die kleinsten und jüngsten Individuen, die ich beobachtet habe, zeigten eine einfache, vollständig kugelige Zelle von blassgrüner Färbung. Die ziemlich dicke Membran war vollständig glatt und farblos. Im Innern ward dieselbe ausgekleidet von einem dünnen plasmatischen Wandbeleg, der eine einzelne sehr grosse centrale Vacuole mit farblosem Zellsaft umschloss.

Diesem plasmatischen Wandbeleg eingebettet finden sich sehr zahlreiche, sehr kleine, flache Chlorophyllkörner von unregelmässig eckigem Umriss. Diese Chlorophyllkörner, sehr schwach blassgrün gefärbt, sind in einfacher Schicht angeordnet und ziemlich weit seitlich von einander entfernt, daher denn auch die Färbung der ganzen Zelle eine sehr wenig intensive ist und kaum hellgrün, eher gelblich genannt werden kann. Zwischen diesen Chlorophyllkörnern finden sich dem Plasma eingelagert zahlreiche kleinere und grössere glänzende Körnchen (Fett?) und etwas grössere Amylumkörner von rundlicher Gestalt.

Ausserdem aber findet sich dem Wandplasma eingebettet ein einzelner kugeligter Zellkern mit deutlichem, etwas dunklerem Kern-

körperchen. Derselbe ist ringsum von Plasma unhüllt, so zwar, dass der plasmatische Wandbeleg an dieser Stelle nach innen angeschwollen erscheint. Auf der Aussenseite des Kernes ist nur körnchenfreies farbloses Plasma vorhanden, alle Körnchen fehlen hier vollständig, und ebenso zeigt die sonst ganz gleichmässige Schicht der Chlorophyllkörner hier auf der Aussenseite des Zellkernes eine kreisförmige Lücke. Somit macht sich die Stelle des Zellkernes auch schon bei oberflächlicher Betrachtung sofort als ein runder farbloser Fleck an der gefärbten Kugel bemerkbar. — Uebrigens erscheint dieser kugelige Zellkern öfters nur wenig scharf und deutlich gegen das umgebende Protoplasma abgegrenzt, meist ist das Kernkörperchen innerhalb desselben weit deutlicher und schärfer begrenzt zu erkennen.

Diese eben beschriebenen Kugeln stellen somit einfache kugelige Zellen dar mit einer einzelnen sehr grossen centralen Vacuole. Ihr specifisches Gewicht mag etwa gleich sein dem Gewicht der obersten Wasserschichten, da die Kugeln selbst stets nahe an der Oberfläche des Wassers, von den Strömungen desselben getragen, fluthend umhertreiben. Von eigener selbständiger Bewegung derselben ist nichts zu bemerken.

Die geschilderten Kugeln stellen die jüngsten Entwicklungsstadien der einzelligen Alge dar, die ich aufzufinden vermochte. Ihre Grösse nimmt nun allmähig zu: die Zahl der Chlorophyllkörner vermehrt sich, die Färbung derselben wird intensiver, und so erscheinen die heranwachsenden Zellen auch mehr und mehr dunkler grün gefärbt.

Dann beginnt an Zellen, die nur wenig an Grösse zugenommen haben, der erste Anfang der Bildung von Fortpflanzungszellen, von Zoosporen. Während die Zelle selbst noch weiter an Grösse zunimmt, theilt sich der Kern derselben in zwei Kerne. Diese rücken auseinander und theilen sich dann ebenfalls wieder, und dieser Vorgang wiederholt sich dann noch sehr oft. Stets nach vollendeter Zweitheilung rücken die Theilkerne innerhalb des Wandplasmas auseinander, so dass stets sämtliche gleichzeitig vorhandenen Kerne möglichst weit von einander abstehen. Alle diese Kerne aber stimmen in ihrer Gestaltung ganz mit dem primären Kern der Zelle überein und sind ebenso wie dieser dem Wandplasma eingelagert. Sie machen sich sämtlich, auch bei oberflächlicher Beobachtung, sofort als helle runde Lücken in der gleichmässigen Schicht der Chlorophyllkörner bemerkbar (Fig. 1). Während der Kerntheilung selbst aber nimmt diese kreisförmige Lücke in dem grünen Wandbeleg der Zelle allmähig eine längliche Gestalt an und theilt

sich dann, während die beiden Theilkerne auseinanderzurücken beginnen, der Quere nach in zwei neue kreisförmige Lücken, die den beiden Theilkernen entsprechen.

Die Theilung dieser Zellkerne erfolgt dabei ganz nach der Regel, die durch die Untersuchungen von STRASBURGER<sup>1)</sup> für die Theilung pflanzlicher Zellkerne überhaupt aufgestellt worden ist. Ich habe zwar nicht sämtliche einzelnen Stadien dieser Kerntheilung hier genauer verfolgt, doch habe ich die wichtigsten Stadien derselben deutlich beobachtet und vor Allem das Auftreten des spindelförmigen Körpers bei der Kerntheilung an der lebenden Zelle selbst mit Sicherheit constatiren können.

Diese Vermehrung der Kerne durch fortgesetzte Zweitheilung geht keineswegs gleichmässig vor sich. Im Gegentheil, man findet gleichzeitig in derselben Zelle einzelne Kerne in Theilung, andere dagegen fertig ausgebildet. Dem entsprechend ist auch die Anzahl der Kerne, die man in den einzelnen Zellen antrifft, eine sehr wechselnde. Bei gleichmässig fortschreitender Vermehrung der Kerne durch Zweitheilung müssten in einer Zelle entweder 1 oder 2 oder 4 oder 8, 16, 32, 64, 128 etc. Kerne vorhanden sein mit Ausschluss aller übrigen Zahlen. In Wirklichkeit aber beobachtet man Zellen mit sehr mannigfaltig wechselnder Anzahl von Kernen.

Diese Zweitheilung der Kerne wiederholt sich so lange, bis schliesslich die endgültige Anzahl der Kerne gebildet ist. Diese rücken dann, ebenso wie nach jeder einzelnen früheren Zweitheilung, innerhalb des Wandplasmas möglichst weit auseinander, so dass sie ziemlich gleichmässig in den vorhandenen Raum der Kugeloberfläche sich theilen und eine ziemlich regelmässige Anordnung erkennen lassen. Ihre Anzahl schwankt, eine bestimmte Regelmässigkeit der Zahl war wenigstens nicht zu erkennen. Diese Anzahl aber ist ziemlich gross und beträgt zwischen 200 und 300, eine Anzahl, die sich natürlich kaum ganz genau feststellen lässt.

Bis zur vollständigen Ausbildung sämtlicher Zellkerne hat die Grösse der kugeligen Zelle noch bedeutend zugenommen. Von diesem Zeitpunkte an schien mir eine weitere Grössenzunahme nicht mehr stattzufinden. Doch schwankt die Grösse, bei welcher die Ausdehnung der Zellen eingestellt wird, ziemlich beträchtlich, meinen Beobachtungen zufolge zwischen 0,445 und 0,622 mm Durchmesser; ja bisweilen tritt dieser Stillstand des Wachsthums sogar schon in Zellen von 0,333—0,389 mm Durchmesser ein.

1) STRASBURGER, Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875 u. 1876.

Innerhalb des Wandplasmas aber haben sich inzwischen die Chlorophyllkörner beträchtlich vermehrt und dunkler grün gefärbt, so dass die Zelle selbst weit intensiver gefärbt erscheint als früherhin. Von aussen betrachtet erscheint dieselbe jetzt als eine grüne Kugel mit sehr zahlreichen kleinen runden farblosen Stellen.

Nun beginnt das Plasma selbst sich in eine Anzahl einzelner Abschnitte zu zertheilen. Zunächst werden die Chlorophyllkörner, die bisher gleichmässig in einer einfachen Schicht auf der Innenseite der Membran angeordnet waren, zu einzelnen Gruppen zusammengedrängt. Rings um die einzelnen Zellkerne, mit alleiniger Ausnahme der Aussen-seite derselben, sammeln sich die grünen Körner zu dichten Massen an, während gleichzeitig auch das farblose Plasma von allen Seiten hierher zusammenströmt und sich hier zu dicken Ballen, die flach gerundet in das Innere der Zelle vorspringen, anhäuft. Die einzelnen Chlorophyllkörner werden dabei vielfach übereinandergeschoben und so dicht zusammengedrängt, dass die ursprüngliche Trennung derselben ganz unsichtbar wird, ja, wie es scheint, in der That ganz verloren geht, die einzelnen Körner zu einer zusammenhängenden grünen Plasmamasse sich zusammenballen. Zuletzt sind sämtliche Chlorophyllkörner in diesen Plasmaansammlungen rings um die einzelnen Zellkerne vereinigt, die Zwischenräume zwischen denselben erscheinen ganz und gar farblos.

Die Betrachtung der Zelle von aussen in diesem Entwicklungsstadium zeigt auf der Kugelfläche vertheilt zahlreiche kleine runde helle Punkte, die Zellkerne, umgeben von schmalen, dunkelgrünen Ringen, diese Ringe ihrerseits seitlich durch farblose Zwischenräume von einander getrennt (Fig. 2). Eine genauere Untersuchung, namentlich bei Anwendung contrahirender Reagentien, zeigt, dass zur Zeit der ursprüngliche plasmatische Wandbeleg noch vollständig vorhanden ist. Allein die Masse des Plasmas hat sich mit Einschluss sämtlicher Chlorophyllkörner rings um die Zellkerne zu flach halbkugeligen Ballen angesammelt, zwischen diesen Plasmaansammlungen ist überall nur noch eine dünne Schicht farblosen Protoplasmas mit wenigen kleinen eingeschlossenen Körnehen, die der Zellmembran dicht anliegt, erhalten.

Dann erst beginnt die wirkliche Theilung des Plasmas in zahlreiche Tochterzellen. Die Plasmamasse, welche bis jetzt noch als eine dünne Schicht, der Zellmembran dicht anliegend, die einzelnen Plasmaanhäufungen verbunden hatte, strömt nun ebenfalls zu jenen Stellen hin auseinander. Der dünne Plasmawandbeleg wird noch dünner; hie und da treten in demselben Löcher auf, die sich vergrössern (Fig. 4); diese Löcher werden zahlreicher; die Plasmastränge zwischen den-

selben werden immer dünner und zerreißen nach und nach, indem überall das Plasma nach den Plasmaansammlungen hin beiderseits auseinanderströmt. Endlich reißen auch die letzten dünnen Stränge, welche die Plasmaballen seitlich mit einander verbunden haben. Das ganze Zellplasma ist durch simultane Theilung in zahlreiche einzelne Plasmatheile, einzelne Tochterzellen, zerfallen.

Dieser ganze Vorgang der Theilung der Mutterzelle in zahlreiche Tochterzellen erfolgt hier bei Halosphaera ziemlich langsam und lässt sich in allen seinen Einzelheiten deutlich und leicht verfolgen. Das allmälige Auseinanderfließen und Zerreißen des zuletzt nur noch sehr dünnen Plasmaschlauches der Mutterzelle lässt sich bei der Dünne der farblosen Protoplasmaschicht, die der Membran dicht anliegt, direct allerdings nur schwierig erkennen. Allein bei einem Zusatze alkoholischer Jodlösung färben sich die Protoplasamassen deutlich gelbbraun und lösen sich theilweise von der Membran ab, so dass die einzelnen Entwicklungsstadien sehr deutlich und klar hervortreten.

Die Gesamtmasse des Plasmas der Mutterzelle hat sich somit in sehr zahlreiche Tochterzellen zertheilt, welche in ziemlich regelmässiger Anordnung durch mässig breite Zwischenräume<sup>1)</sup> seitlich getrennt der Innenseite der Mutterzellmembran dicht angelagert sind. Zwischen denselben ist anscheinend nur farblose Zellflüssigkeit vorhanden. Doch lassen sich darin hie und da kleine Körnehen erkennen, die in lebhafter Molekularbewegung begriffen sind. Von einer deutlich unterscheidbaren Zwischensubstanz, die in anderen Fällen während der Theilung des Plasmas in zahlreiche Tochterzellen abgeschieden wird und bald als Epiplasma (Ascus der Pilze) oder »centrale Blase« (Ulothrix<sup>2)</sup>, Chaetomorpha<sup>3)</sup>, Sphaeroplea<sup>4)</sup>, Acetabularia<sup>5)</sup> u. a.), bald als transitorisches Fachwerk von Scheidewänden erscheint, ist hier nichts direct zu beobachten. Ein vollständiges Fehlen von farblosen concen-

---

1) Bei sehr kleinen Mutterzellen von 0,33—0,38 mm Durchmesser, wie sie sich zuweilen finden, sind die einzelnen Tochterzellen oft nur durch sehr schmale Zwischenräume seitlich von einander getrennt, ja bisweilen sind diese Tochterzellen einander so sehr genähert, dass sie sich gegenseitig seitlich abplatteten zu fast regelmässig sechseckiger Gestalt. 2) DODEL, Ulothrix zonata. PRINGSHEIM'S Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. X. p. 466 ff. 3) THURET, Recherches sur les zoospores des algues. Annales des sciences naturelles; botanique. 3 série, tome 14. Taf. XVII, Fig. 1. 4) COHN, Sur le développement et le mode de reproduction de Sphaeroplea annulina. Ann. des sc. nat. 4 série, tome 5. p. 199. 5) DE BARY u. STRASBURGER, Acetabularia mediterranea. Botanische Zeitung 1877. p. 741 ff.

trirten Salzlösungen oder von farblosen colloidalen Substanzen, die hier in sehr dünnflüssigem Zustande in der Zellflüssigkeit vertheilt wären, lässt sich jedoch natürlich daraus noch nicht herleiten.

Die einzelnen Tochterzellen liegen als flach gewölbte, vollständig nackte Plasmaballen der Innenfläche der Zellmembran dicht an (Fig. 6). Die Aussenseite derselben ist abgeflacht, in der Mitte hell und farblos. Und hier innerhalb dieses farblosen Plasmas liegt ganz nahe der äusseren Oberfläche, jetzt stets deutlich sichtbar und scharf begrenzt, der kugelige Zellkern, innerhalb dessen, meist etwas excentrisch, ein etwas dunkleres Kernkörperchen sichtbar ist. Nach der entgegengesetzten Seite ist die Zelle schwach halbkugelig abgerundet. Das gesammte Plasma derselben ist mit Ausnahme jener farblosen Stelle der Aussenseite intensiv grün gefärbt, ohne dass eine Differenzirung einzelner Chlorophyllkörner zu erkennen wäre. Dabei aber ist diese grüne Färbung keineswegs gleichmässig in dem Plasma vertheilt: rings um den Zellkern erscheint vielmehr die Färbung am intensivsten, weiter nach aussen aber wechseln dunkler und heller gefärbte Stellen ab, oft so, dass der Anschein einer schaumigen Structur dadurch hervorgerufen wird. Ausserdem aber finden sich diesem grüingefärbten und körnigen Plasma noch grössere dunkelgrüne Körner von unregelmässig runderlicher Gestaltung eingelagert, die ganz mit den sogenannten »Amylumkernen« anderer grüner Algen übereinstimmen.

Diese nackten kleinen Plasmazellen sind gegen äussere Einwirkungen ausserordentlich empfindlich. Legt man der kugeligen Mutterzelle auf dem Objectträger noch so behutsam ein Deckglas auf, so sterben diejenigen Zellen, welche an der durch den unvermeidlichen Stoss getroffenen und abgeplatteten Seite der Mutterzelle gelagert sind, regelmässig nach kurzer Zeit ab. Sie entfärben sich, gerinnen und lösen sich vielfach von der Membran ab, während dagegen die jungen Zellen an den übrigen nicht abgeplatteten Seiten der Mutterzelle noch längere Zeit fortleben.

Die Anordnung dieser Zellen an der Innenseite der Mutterzellmembran ist, der ursprünglichen Anordnung der Zellkerne entsprechend, eine ziemlich regelmässige, sie theilen sich fast ganz gleichmässig in den ganzen Raum der Kugelfläche. Ihre Zahl ist, der Anzahl der Zellkerne entsprechend, eine sehr grosse. Bisweilen aber tritt der Fall ein, dass zwei oder mehrere Zellkerne einander näher gerückt waren als die übrigen, so nahe, dass die gerundeten Plasmamassen, welche sich um dieselben ansammeln, einander seitlich berühren und verschmelzen. Dann kommt es zur Bildung unregelmässiger Zwillingsgestalten aus zwei oder

mehr verbundenen Zellen (Fig. 5), Unregelmässigkeiten, wie sie ja auch anderwärts bei der Bildung zahlreicher Tochterzellen aus einer Mutterzelle oft genug beobachtet werden.

Diese kleinen nackten halbkugeligen Zellen werden zu den Mutterzellen der Zoosporen. Sie runden sich, der Membran der Mutterzelle mit der einen flachen Seite stets dicht anliegend, mehr und mehr halbkugelig ab (Fig. 7). Dann wird in einem gegebenen Moment die Membran der Mutterzelle gesprengt.

Diese Membran ist bisher dem äusseren Anschein nach ganz unverändert geblieben. An der unverletzten Zelle habe ich wenigstens eine Differenzirung in mehrere Schichten nicht direct mit Sicherheit erkennen können. Allein die starke Lichtbrechung am Umfange einer vollständig kugeligen Membran macht ja die sichere Entscheidung über das Vorhandensein einer etwaigen Schichtung der Membran auf dem optischen Durchschnitt unmöglich. Gleichwohl aber hat eine solche Differenzirung der Membran in zwei Schichten in der That bereits stattgefunden.

Unterwirft man nämlich eine Zelle, in welcher die Theilung des Plasmas in einzelne Tochterzellen bereits vollendet ist, einem Druck mit dem Deckglas, so platzt die Zelle, und dabei löst sich die Zellmembran in zwei Häute, die sich vollständig ringsum von einander trennen, aus einander. Die äussere Membran zieht sich zusammen und lässt dadurch deutlich erkennen, dass sie zuvor passiv gedehnt war; sie nimmt durch alkoholische Jodlösung eine schwache Färbung an und wird durch concentrirte Schwefelsäure nicht aufgelöst. Die innere Membran dagegen dehnt sich ziemlich beträchtlich aus; sie bleibt durch Jod unverändert, löst sich in concentrirter Schwefelsäure vollständig auf und verräth somit eine ganz verschiedene innere Structur als die äussere Membran.

Mit dieser verschiedenen Differenzirung der beiden Membranschichten verbindet sich eine ganz verschiedene Rolle derselben beim Aufspringen der Zelle. In einem gegebenen Momente reisst plötzlich die äussere Membranschicht in einem fast vollständig kreisförmigen Risse auf und löst sich zugleich ringsum von der inneren Membranschicht ab. Diese selbst aber bleibt als Ganzes unverändert erhalten und dehnt sich allseitig gleichmässig aus, während gleichzeitig auch die Zelle selbst, von dieser inneren Membranschicht umhüllt, an Grösse zunimmt (Fig. 3). Die Ausdehnung der Zelle ist dabei eine ziemlich bedeutende, der Durchmesser derselben vergrössert sich merkbar, in einem beobachteten Falle z. B. von 0,544 mm auf 0,622 mm. Unmittelbar nach dieser Ausdehnung aber erscheint die frühere innere Membran-



schicht als eine vollständig intacte, deutlich und scharf doppelt contourierte homogene Membran, deren Innenfläche die halbkugeligen Tochterzellen noch ebenso regelmässig angelagert sind wie vor dem Aufspringen der Zelle. Die aufgesprungene äussere Membranschicht aber hat sich zugleich bedeutend zusammengezogen und geht nun als abgeworfene todte Hülle allmäliger Auflösung entgegen.

Dieser ganze Vorgang des Aufspringens der Zelle erfolgt an einem gewissen Punkte der Entwicklung stets von selbst ohne äussere Einwirkung. Es gelingt aber leicht, denselben auch schon früher künstlich herbeizuführen, indem man einen behutsamen Druck mit dem Deckglas auf die Zelle ausübt oder auch die Last des Deckglases schon für sich allein wirken lässt. Hierbei wird ja durch Abplattung der Kugel der Druck des Inhaltes auf die Membran gesteigert, bis die äussere Membranschicht endlich dem Drucke nicht länger Widerstand zu leisten vermag und zerreisst.

Der ganze Vorgang des Aufspringens der Membran und der Ausdehnung der Zelle erfolgt in einem gegebenen Moment mit grosser Schnelligkeit. Es zeigt sich dadurch, dass vor dem Aufspringen ein ziemlich bedeutender Spannungszustand in der Zelle vorhanden gewesen sein musste.

Da wirft sich denn die Frage auf, durch welche mechanischen Momente dieses Aufspringen der Zelle herbeigeführt wird.

Es sind hier a priori mehrere Fälle denkbar. Es wäre möglich, dass bei dem Aufspringen ausschliesslich der Inhalt der Zelle activ wirksam ist, die beiden verschieden differenzirten Schichten der Membran nur passiv dabei mitwirken; es wäre aber auch möglich, dass die verschiedene Differenzirung der beiden Membranschichten allein den Vorgang des Aufspringens herbeiführt, oder endlich drittens, dass Inhalt und Membran zugleich bei diesem Vorgange zusammenwirken.

Im ersteren Falle liesse sich annehmen, dass allein das zunehmende Imbibitionsstreben des Zellinhaltes nach der vollständigen Ausbildung der Tochterzellen den stets wachsenden Spannungszustand zwischen Inhalt und Membran, den stets wachsenden Turgor der Zelle, bewirke; die Membran, passiv gedehnt, folge nur dem wachsenden Drucke des Inhaltes. Nimmt man nun an, dass mit der verschiedenen Differenzirung der beiden Membranschichten, die sich durch die verschiedene Reaction gegen Jodlösung und Schwefelsäure ausspricht, auch eine verschiedene Dehnbarkeit sich verbindet, so liesse sich der thatsächliche Vorgang des Aufspringens der Zelle einfach erklären: die

weniger dehnbare äussere Membranschicht springt bei einer gewissen Höhe des Druckes des Zellinhaltes auf und löst sich, in ihrer ganzen Ausdehnung sich stark contrahirend, gleichzeitig von der inneren Membranschicht ringsum ab; die stärker dehnbare innere Membranschicht aber gibt dem nunmehr (nach Entfernung der äusseren Membranschicht) frei wirksamen Ausdehnungsstreben des Zellinhaltes nach und dehnt sich aus, während der Zellinhalt durch reichliche Wasseraufnahme seinerseits an Ausdehnung zunimmt. Allein diese Annahme müsste zur Folge haben, dass auch die stärker dehnbare innere Membranschicht nach Aufhebung des inneren Druckes sich wieder zusammenzieht. In der That aber contrahirt sich diese innere Membranschicht bei einem Zerplatzen der aufgesprungenen Zelle keineswegs merkbar; ja wir haben schon oben gesehen, dass bei einer Zerquetschung der noch nicht aufgesprungenen Zelle die zersprengte innere Membranschicht sich ganz beträchtlich ausdehnt. Daraus folgt, dass die innere Membranschicht vor dem Aufspringen der Zelle stark passiv comprimirt ist und somit auch ihrerseits mitwirken muss bei dem Zug, dem die von Innen her passiv gedehnte äussere Membranschicht ausgesetzt ist. Dieser activ wirksame Zug kann also nicht ausschliesslich von dem Zellinhalt allein ausgeübt werden, es ist jedenfalls die innere Membranschicht zum mindesten an demselben betheiligt.

Es fragt sich nun aber, ob nicht vielleicht dieser Zug allein und ausschliesslich eine Wirkung der inneren Membranschicht sei. Diese innere Membranschicht, die, wie wir sahen, in der nicht aufgesprungenen Zelle passiv comprimirt ist, könnte durch ihr wachsendes Ausdehnungsstreben allein eine stets stärkere passive Dehnung der äusseren Membranschicht herbeiführen, eine Dehnung, welcher die äussere Membranschicht endlich nicht mehr zu folgen vermag und zerreisst. Die innere Membranschicht würde nun ungehindert ihrem eigenen Ausdehnungsstreben Folge leisten können und sich ausdehnen. Allein eine Vergrösserung der Fläche dieser inneren Membranschicht unter Erhaltung der Kugelgestalt, wie sie thatsächlich stattfindet, ist nur dann möglich, wenn gleichzeitig Substanz in das Innere derselben aufgenommen wird, und dies ist im vorliegenden Falle nur so denkbar, dass gleichzeitig mit der Ausdehnung der Membran auch Wasser in das Innere der Zelle eintritt. Die thatsächlichen Vorgänge zwingen also zu der Annahme, dass neben dem Ausdehnungsstreben der inneren Membranschicht gleichzeitig auch eine wasseranziehende Kraft im Innern der Zelle wirksam ist, eine Kraft, die sich vor dem Aufspringen der Zelle als hydrostatischer Druck auf die äussere Membranschicht äussern muss.

So sehen wir denn, dass der Zug, welchem die äussere Membranschicht vor dem Aufspringen der Zelle ausgesetzt ist, durch ein Zusammenwirken der inneren Membranschicht und des Zellinhaltes zu Stande kommt, die beide unter Aufsaugung von Wasser sich bedeutend auszu dehnen streben. Das schliessliche Ueberwiegen dieses Zuges über die Dehnbarkeit der äusseren Membranschicht bewirkt das Aufspringen der Zelle. Und somit stellt sich heraus, dass zum Zustandekommen dieses Vorganges theils der Zellinhalt, theils die verschieden differenzirten Schichten der Zellmembran zusammenwirken. —

Diese Erwägungen geben uns ein Mittel an die Hand, die Verschiedenheiten der beiden Membranschichten in diesem Entwicklungsstadium noch genauer zu bestimmen als dies zuvor geschehen war. Die ursprünglich einheitliche und homogene Membran der Halosphaera-Zelle erfährt nämlich im Laufe der Entwicklung (offenbar unter dem Einfluss des eingeschlossenen Zellplasmas) in ihrer äusseren und inneren Hälfte eine ganz verschiedene Ausbildung der inneren Structur. Diese Verschiedenheit äussert sich nicht allein darin, dass beide Hälften zuletzt ein ganz verschiedenes Verhalten gegen alkoholische Jodlösung und concentrirte Schwefelsäure zeigen, sondern auch darin, dass die innere Hälfte zuletzt eine weit grössere Anziehungskraft für Wasser besitzt als die äussere Hälfte, so dass sie eine weit grössere Menge Wasser in sich aufzunehmen vermag und im wassergetränkten Zustande eine weit grössere Flächenausdehnung besitzt als jene. —

Es bleibt noch übrig, den Sitz jener wasseranziehenden Kraft im Innern der Zelle etwas genauer festzustellen. An sich wäre es nämlich denkbar, dass diese energische Anziehung von Wasser allein von den halbkugeligen Zellen ausginge, oder dass allein die Zwischensubstanz zwischen diesen Zellen energisch Wasser aufsaugte, oder endlich dass eine solche Aufsaugung von Wasser gleichzeitig von jenen Zellen und der Zwischensubstanz zwischen denselben ausgeübt würde. Der erstere Fall stellt sich bei genauerer Ueberlegung als sehr wenig wahrscheinlich heraus. Er ist nur denkbar bei der Annahme, dass jene Zwischensubstanz zwischen den einzelnen kleinen Zellen gebildet werde von einer gelösten (oder aufgequollenen) Substanz, welche das aufgenommene Wasser mit einer solchen Kraft festhält, dass diese das Imbibitionsstreben jener Zellen überwiegt. Nur in diesem Falle würde das Imbibitionsstreben jener Zellen eine Aufnahme von Wasser von aussen her herbeiführen können. — Der zweite Fall, dass die stärkere Anziehung von Wasser allein von der Zwischensubstanz zwischen den einzelnen Zellen ausginge, würde an und für sich kaum eine Unwahr-

scheinlichkeit darbieten. (Findet er sich ja doch thatsächlich verwirklicht in dem Ascus zahlreicher Discomyceten vor der Entleerung der Sporen.) Allein die Beobachtung vermochte, wie oben schon gesagt ward, von der Existenz einer besonderen Zwischensubstanz zwischen den einzelnen Zellen direct nichts nachzuweisen. Nur vereinzelte kleine Körnchen waren in der ganz farblosen klaren Flüssigkeit zu bemerken, und dieselben deuteten noch dazu durch ihre lebhafteste Molekularbewegung auf einen sehr dünnflüssigen Zustand dieser Flüssigkeit hin. Allerdings wird dadurch das Vorhandensein einer gelösten (oder aufgequollenen) farblosen Substanz von hoher Imbibitionskraft noch keineswegs ausgeschlossen. Allein die Anwesenheit einer derartigen Substanz von einer so hohen Imbibitionskraft, wie sie hier erforderlich ist, wird dadurch doch immerhin sehr unwahrscheinlich gemacht. — Die grösste Wahrscheinlichkeit dagegen spricht für den dritten der genannten möglichen Fälle, den Fall nämlich, dass die kleinen Tochterzellen und die Zwischensubstanz zwischen denselben (mag dieselbe nun eine aufgequollene colloidale Substanz darstellen oder eine concentrirte Salzlösung) gleichzeitig energisch Wasser aufsaugen und somit in der angegebenen Richtung zusammenwirken. Und zwar beruht diese Wahrscheinlichkeit auf der Analogie der anderen grünen Algen. Einen anderen Beweisgrund für diesen dritten Fall ausser dieser Analogie der übrigen grünen Algen vermag ich allerdings nicht beizubringen und muss somit die ganze Frage hier vorläufig noch unentschieden lassen. Allein da die beiden anderen möglichen Fälle sich, wie gesagt, als sehr unwahrscheinlich herausstellen und für diesen dritten Fall noch dazu die Analogie der übrigen grünen Algen spricht, so glaube ich berechtigt zu sein, vorläufig diesen dritten möglichen Fall als den thatsächlichen hinzustellen und somit den Sitz jener wasseranziehenden Kraft gleichzeitig in den kleinen halbkugeligen Zellen und der Zwischensubstanz zwischen denselben anzunehmen. —

Unmittelbar nach dem Absprennen der äusseren Membranschicht zeigt die hervorgetretene kugelige Zelle eine deutlich doppelt contourirte Membran und dieser innen anliegend in ganz regelmässiger Anordnung wie zuvor die zahlreichen flach-halbkugeligen Tochterzellen. Nun beginnt nach und nach diese Membran in dem umgebenden Wasser aufzuquellen und sich zuletzt, nach Verlauf längerer Zeit, vollständig zu dünnflüssigem Schleim aufzulösen.

Bei Beginn dieses Aufquellens lösen sich auch die einzelnen kleinen Zellen allmählig von der Membran ab und vertheilen sich im Inneren der

mehr und mehr aufquellenden Blase, ohne jedoch eine eigene selbständige Ortsbewegung zu besitzen (Fig. 3). Ihre Gestalt ist dabei eine mehr oder weniger halbkugelige mit deutlicher einseitiger Abflachung. In der Mitte dieser flachen Seite tritt die früher erwähnte farblose rundliche Plasmamasse mit dem eingeschlossenen Zellkern deutlich gegen das umgebende grüingefärbte Plasma hervor (Fig. 7).

Aus diesen nackten rundlichen Zellen entstehen nun durch Theilung die Zoosporen. Und zwar gehen gewöhnlich aus einer Zelle durch einmalige Zweitheilung zwei Zoosporen hervor. Die etwa halbkugelige Gestalt der nackten kleinen Zelle dehnt sich zu mehr ellipsoidischer Gestalt aus, und gleichzeitig streckt sich auch die farblose Plasmamasse auf der abgeflachten Seite der Zelle in gleicher Weise etwas in die Länge. Der nächstfolgende Entwicklungszustand zeigt dann diese farblose Plasmamasse in zwei Hälften getheilt und auseinander gerückt auf die Mitte der abgeflachten Endflächen eines kurz-cylindrischen Körpers, in welchen die ganze Zelle sich umgewandelt hat. Dann schnürt sich dieser cylindrische Plasmakörper in der Mitte ringförmig ein (Fig. 8 u. 9), die ringförmige Einschnürung schreitet allmählig weiter nach Innen vor und schliesst endlich in der Mitte vollständig zusammen. Die Zelle hat sich somit in zwei gleiche Tochterzellen getheilt.

Diese Tochterzellen zeigen zunächst eine etwa kegelförmige Gestalt mit abgerundeter Kante der Grundfläche. In der Mitte der Grundfläche hebt sich nach wie vor jene helle Plasmamasse deutlich von dem umgebenden grünen Plasma ab. Dann verändert sich die Gestalt der Zelle ein wenig. Auf der Mitte der Grundfläche wölbt sich jener farblose Theil des Plasmas zu einem flachen Höcker hervor, an dessen Spitze zwei lange farblose Cilien befestigt sind. Gleichzeitig erheben sich an dem Rand der Grundfläche mehrere (3—4) spitze Höcker. Und nun hat die Zoospore ihre vollständige Ausbildung erlangt und beginnt mit Hilfe ihrer Cilien sich langsam im Wasser fortzubewegen.

Die Zoosporen von Halosphaera besitzen somit eine höchst eigenenthümliche Gestalt (Fig. 10 u. 11). Sie sind spitz-kegelförmig, so zwar, dass die abgeflachte Grundfläche dieses Kegels das vordere Ende der Zoospore darstellt. Diese Grundfläche ist am Rande deutlich gezähnt und trägt in der Mitte auf der Spitze eines farblosen flachen Höckers zwei lange, gerade vorgestreckte Cilien. Dieser Höcker wird durch eine farblose Plasmamasse gebildet, die sich deutlich von der übrigen, grünen und körnigen Plasmamasse absetzt.

In dieser farblosen Plasmamasse der Zoosporen, die unzweifelhaft aus der farblosen Plasmamasse der halbkugeligen Zoosporen-Mutterzelle

hervorgegangen ist, habe ich bisher einen deutlichen, scharf begrenzten Zellkern nicht zu unterscheiden vermocht. Doch möchte ich die Frage noch unentschieden lassen, ob hier der Zellkern nur seine frühere Deutlichkeit und scharfe Abgrenzung gegen das umgebende Plasma verloren hat, oder ob derselbe vollständig seine selbständige Abgrenzung von dem übrigen Plasma eingebüsst, sich vollständig aufgelöst hat. Es ist mir noch nicht gelungen, diese Frage definitiv zu entscheiden. Denn dass die Abgrenzung des Zellkernes gegen das umgebende Plasma eine wenig bestimmte und undeutliche ist, das tritt auch öfters bei den zahlreichen Kernen der grossen kugeligen Mutterzellen ein, während doch hier in den meisten Fällen der Zellkern deutlich zu erkennen ist. So könnte auch in dem farblosen Vorderende der Zoosporen ein freilich undeutlich begrenzter Zellkern vorhanden sein, der nur schwer zu erkennen ist. In allen Fällen aber, mag nun ein selbständig abgegrenzter Zellkern hier vorhanden sein oder nicht, in allen Fällen ist jene farblose Plasmamasse der Zoosporen hervorgegangen aus der farblosen Plasmamasse der Zoosporenmutterzelle, ihre Substanz ist identisch mit der Substanz des Zellkerns und seiner umgebenden farblosen Plasmahülle bei den letztgenannten Zellen <sup>1)</sup>. —

Die eben geschilderte Entwicklung der Zoosporen geht innerhalb der einzelnen kugeligen Blase sehr ungleichmässig vor sich. Es finden

---

1) Bei *Ulothrix zonata* verschwindet bei der Bildung zahlreicher Zoosporen, die hier durch wiederholte Zweitheilung einer Mutterzelle angelegt werden, nach den Angaben von STRASBURGER (Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 1875. p. 154. 2. franz. Ausg. p. 172) der Zellkern der Mutterzelle allmählig. In den Tochterzellen der ersten Zweitheilung gelang es STRASBURGER wiederholt, einen Zellkern deutlich zu beobachten. Nach den weiteren Theilungen aber ward ein solcher nicht mehr beobachtet, in den Zoosporen selbst niemals. — Die letztere Angabe bestätigt auch DODEL in seiner Abhandlung über *Ulothrix zonata* (PRINGSHEIM's Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. X. p. 451).

STRASBURGER fügt dabei hinzu (l. c. p. 157, resp. 175): »Doch ist es mir immer wahrscheinlicher geworden, dass das am vorderen Ende der Schwärmzelle angesammelte körnige farblose Protoplasma durch Theilung aus dem ursprünglichen Zellkern der Sporenmutterzelle hervorgegangen.«

Auch sonst sind in den Zoosporen grüner Algen bis jetzt Zellkerne noch nicht mit Sicherheit aufgefunden worden, mit einziger Ausnahme der Zoosporen von *Oedogonium*, in denen nach den Angaben von PRINGSHEIM (Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. I. p. 28—29), die auch STRASBURGER neuerdings bestätigt hat (Zellbildung und Zelltheilung. Zweite Auflage. 1876), der Zellkern der Mutterzelle erhalten bleibt. COHN glaubt deshalb, den einzelnen »Amylnkern«, der bei vielen schwärmenden Algenzellen sich findet, als Vertreter des fehlenden Zellkernes betrachten zu müssen (Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II).

sich hier gleichzeitig die verschiedensten Theilungsstadien der Zoosporen-Mutterzellen. Die eben gebildeten Tochterzellen einer Zweitheilung stehen dabei an Grösse kaum hinter den Mutterzellen zurück. Aus diesen Gründen ist es mir nicht möglich, mit Sicherheit zu behaupten, dass die angegebene Entwicklungsweise, wonach aus einer Mutterzelle durch einfache Zweitheilung einfach zwei Zoosporen hervorgehen, die normale oder auch nur die häufigere sei. Es schien mir mehrfach, als ob nach der ersten Zweitheilung die Tochterzellen derselben abermals sich theilten und erst deren Theilungsproducte zu Zoosporen würden, so dass aus einer Mutterzelle durch zweimalige Zweitheilung vier Zoosporen hervorgingen. Bisweilen auch glaubte ich zu bemerken, dass einzelne jener Mutterzellen der Zoosporen ohne weitere Theilung direct zu Zoosporen sich umwandelten. Doch gelang es mir bisher nicht, hierüber Gewissheit zu erhalten.

Unter allen Umständen aber lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass jedenfalls die Mehrzahl der Zoosporen nicht durch directe Umwandlung der kleinen kugeligen Zellen entsteht, sondern erst durch Umwandlung der Tochterzellen dieser Zellen, mag nun eine einmalige oder zweimalige Zweitheilung der Ausbildung derselben zu Zoosporen vorausgehen. —

Während der Ausbildung der Zoosporen hat sich allmählig die Membran, welche die gesammte Masse der kleinen kugeligen Zellen umgab, im Wasser vollständig zu dünnflüssigem Schleim aufgelöst. Den reifen Zoosporen ist damit der Austritt in das umgebende Wasser eröffnet. Sie schwimmen nun mit Hülfe der beiden, nach vorn ausgestreckten Cilien nach Art der Zoosporen anderer grüner Algen davon.

Ihre Bewegung im Wasser ist im Vergleich zu den Zoosporen mancher anderer grüner Algen eine ziemlich langsame und zugleich ziemlich ungleichmässige, bald mehr bald weniger beschleunigt. Eine deutlich ausgesprochene Abhängigkeit derselben vom Lichte aber habe ich nicht bemerken können.

Dieses Umherschwärmen der Zoosporen dauerte in meinen Culturen ziemlich lange. Allmählig aber ward die Bewegung derselben eine mehr und mehr langsame und schwache. Die einzelnen Zoosporen senkten sich zu Boden und gelangten schliesslich ganz zur Ruhe. Nach einiger Zeit waren sie dann abgestorben, ohne dass eine ausgeschiedene Membran an denselben zu erkennen gewesen wäre.

Was weiterhin aus den ausgeschwärmten Zoosporen wird, darüber

vermag ich somit keine Auskunft zu geben. In meinen Culturen gelang es mir nicht, eine weitere Entwicklung derselben zu beobachten.

Neben der bisher geschilderten normalen Entwicklungsweise der Zoosporen habe ich aber häufig auch eine abnorme Entwicklung derselben beobachtet.

Häufig fanden sich innerhalb derselben kugeligen Blase mit normal entwickelten Zoosporen einzelne Theilungsproducte jener kleinen Zellen, bei welchen noch vor vollendeter Zweitheilung die beiden Theilhälften sich abermals zu theilen begonnen hatten. Es entstanden so Gestalten, wie sie Fig. 12 veranschaulicht, aus vier unvollständig getrennten Theilzellen zusammengesetzt, die noch mit ihren spitzen Enden zusammenhängen. In der Mitte des abgeflachten dickeren äusseren Endes einer jeden Theilzelle ist die farblose Plasmamasse deutlich sichtbar. — Im vorliegenden Falle, den ich ziemlich häufig beobachtet habe, entstanden somit entschieden die Zoosporen durch Viertheilung der Mutterzelle, und dies legt den Gedanken nahe, dass wohl auch bei der normalen Entwicklung die Zoosporen durch zweimalige Zweitheilung einer Mutterzelle gebildet werden möchten.

Bisweilen unterblieb ferner die vollständige Trennung der Tochterzellen einer solchen einfachen oder doppelten Zweitheilung, wie sie bei der Bildung der Zoosporen erfolgt, gänzlich. Die zwei oder vier Theilzellen blieben dauernd mit einander in Verbindung, bildeten sich aber im Uebrigen vollständig zu Zoosporen aus und entwickelten je zwei Cilien (Fig. 15). Solche Zellgruppen bewegten sich dann mit Hülfe ihrer Cilienpaare im Wasser umher. Bisweilen habe ich auch im Wasser umherschwärmend Gruppen von mehr als vier solcher Theilzellen, z. B. 5 (Fig. 13), 8—12 (Fig. 14), beobachtet, deren Theilzellen meist kleiner waren als die normalen Theilzellen der Zoosporen-Mutterzellen.

Ich glaube vor der Hand alle diese letztgenannten Gebilde einfach für abnorme Bildungszustände erklären zu müssen, wie sie bei der Bildung der Zoosporen von Algen oft genug beobachtet werden und auch vielfach bereits in der Literatur Erwähnung gefunden haben.

---

Mit den angegebenen Thatsachen muss ich meine Angaben über den Entwicklungsgang der *Halosphaera viridis* beschliessen. Es ist mir leider nicht geglückt, vollständigere Daten über die Entwicklung dieser interessanten Alge zu sammeln. Meine Culturen der *punti verdi* sind sämmtlich nicht weiter gediehen als bis zur Entwicklung der schwärmenden Zoosporen; darnach starben dieselben sämmtlich ab.



In der ersten Zeit des Auftretens der Alge im Auftrieb, Mitte Januar, fanden sich ungetheilte kugelige Zellen mit einem oder mehreren Zellkernen verhältnissmässig häufig. Späterhin verschwanden diese mehr und mehr; die *punti verdi* des Auftriebs bestanden nunmehr ausschliesslich aus kugeligen Zellen mit mehr oder weniger weit fortgeschrittener Theilung des Zellinhaltes. Dann fanden sich vereinzelt auch einzelne Zellen, die eben die äussere Membran abgeworfen hatten, im Auftrieb vor. Seit Ende April ist schliesslich die Alge vollständig verschwunden, ebenso wie dies auch in früheren Jahren an der hiesigen Station beobachtet worden ist.

Von dem Entwicklungsgange der *Halosphaera viridis* ist somit durch die vorstehend mitgetheilten Beobachtungen nur ein kleines Bruchstück festgestellt worden.

Die Alge tritt auf in Gestalt einzelner kugelrunder Zellen, die ohne jede selbständige Beweglichkeit an der Oberfläche der offenen See umhertreiben. Diese einzelnen Zellen, zu einer bestimmten Grösse herangewachsen, erzeugen sehr zahlreiche Zoosporen. Die Entwicklung dieser Zoosporen erfolgt in der Weise, dass nach voraufgehender wiederholter Zweitheilung des Zellkernes das Plasma durch simultane Theilung in sehr zahlreiche Tochterzellen zerfällt und diese ihrerseits wieder durch ein- oder zweimalige Zweitheilung die eigentlichen Zoosporen erzeugen. Diese Zoosporen besitzen kegelförmige Gestalt und führen in der Mitte des abgeflachten dickeren vorderen Endes zwei lange Cilien an einer farblosen Plasmamasse angeheftet.

Mit diesen wenigen Angaben sind die bekannten Thatsachen aus dem Entwicklungsgange von *Halosphaera viridis* erschöpft. Sie stellen offenbar nur ein kleines Bruchstück aus dem gesammten Entwicklungsgange dieser Alge dar, ein Bruchstück, das viel zu unvollständig ist, um schon jetzt eine bestimmte Gattungsdiagnose von *Halosphaera* aufzustellen. —

Diese Unvollständigkeit der bisherigen Kenntnisse macht es auch zur Zeit noch unmöglich, über die systematische Stellung der *Halosphaera viridis* und ihre Verwandtschaft mit den übrigen Gattungen grüner Algen irgend etwas bestimmtes auszusagen.

Der Anblick der kugeligen Zellen dieser Alge mit mehr oder weniger weit fortgeschrittener Theilung des Inhaltes, so wie die *punti verdi* während der Monate Februar und März im Auftrieb gewöhnlich angetroffen werden, erinnert bei schwacher Vergrösserung sehr an die Gattung

*Volvox*. Allein eine genauere Untersuchung zeigt schon genügend, dass die Pflanze keineswegs den *Volvocineen* beigezählt werden kann: es fehlen ihr die charakteristischen Cilienpaare der *Volvocineen*-Colonien gänzlich. Der gesammte, oben näher geschilderte Gang der Zoosporenbildung aber lässt zweifellos jeden Gedanken an eine nähere Zusammengehörigkeit mit *Volvox* verwerfen.

Eine andere Algenform, die einige Aehnlichkeit mit *Halosphaera* darbietet, ist die Gattung *Eremosphaera*<sup>1)</sup>. *E. viridis* de By. besteht ebenfalls aus einzelnen grossen kugeligen Zellen, welche isolirt ohne jede selbständige Beweglichkeit im Wasser umhertreiben. Allein die Zellen dieser Alge besitzen eine etwas abweichende Structur des Zellinhaltes: in der Mitte der Zelle ist durch Plasmastränge ein einzelner Zellkern aufgehängt, in diesen Plasmasträngen und im Wandplasma aber finden sich zahlreiche grosse Chlorophyllkörner. Dann aber unterscheiden sich beide Gattungen besonders dadurch, dass die Zellen von *Eremosphaera* sich durch einfache Zweitheilung vermehren. — Uebrigens ist ja auch die Kenntniss der *Eremosphaera*, die ich selbst wiederholt aus den Gewässern der Hoehmoore der Vogesen beobachtet habe, noch durchaus unvollständig, ihre eigene systematische Stellung noch durchaus unsicher.

Es mag überflüssig erscheinen, den Vergleich der Gattung *Halosphaera* mit anderen Gattungen grüner Algen noch weiter fortzusetzen. So lange der Entwicklungsgang von *Halosphaera* nicht ausführlicher bekannt ist, lassen sich hier doch nur willkürliche Vermuthungen aufstellen.

Es bleibt nichts anderes übrig, als durch *Halosphaera* die Zahl der AlgenGattungen von unsicherer und zweifelhafter Verwandtschaft um eine zu vermehren. Allein ich glaube, die eigenartigen Entwicklungsvorgänge bei der Zoosporenbildung dieser Alge rechtfertigen gleichwohl die Aufstellung einer solchen nur unvollständig bekannten Gattung.

Die oben geschilderte Entwicklung der Zoosporen von *Halosphaera viridis* mag nun geeignet erscheinen, die einzelnen Vorgänge, die bei der Zoosporenbildung der grünen Algen stattfinden, weit deutlicher erkennen zu lassen, als dies bei den meisten anderen Algen der Fall ist. Hier bei *Halosphaera viridis* erfolgen die einzelnen Schritte dieses Vorganges so langsam nacheinander und so deutlich unterschieden, dass es

<sup>1)</sup> DE BARY, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig. 1858. p. 55—56. Taf. VIII, Fig. 26, 27.

hier ein Leichtes ist, die einzelnen Phasen der Zoosporenbildung klar auseinander zu halten, während es bei anderen grünen Algen oft unmöglich wird, von den einzelnen Processen sich genügend Rechenschaft zu geben. —

Wodurch die Bildung der Zoosporen von *Halosphaera viridis* von allen analogen Vorgängen bei anderen grünen Algen sich wesentlich unterscheidet, das ist die Thatsache, dass hier die Zoosporen nicht direct durch Umwandlung der Tochterzellen der ursprünglichen Mutterzelle entstehen, sondern erst durch weitere Theilung aus diesen Tochterzellen gebildet werden.

Ein einigermassen ähnlicher Vorgang findet sich, soweit bekannt, nur bei *Acetabularia* <sup>1)</sup> und *Botrydium* <sup>2)</sup>. Bei diesen beiden Gattungen aber gehen die Tochterzellen der ursprünglichen Mutterzelle als Ruhe-sporen eine mehr oder minder lange Ruheperiode ein, um erst späterhin bei der Keimung zahlreiche Zoosporen aus ihrem Inhalte zu entwickeln. Bei *Halosphaera* dagegen erzeugen jene Tochterzellen sofort die Zoosporen und zwar hier durch wiederholte (?) Zweitheilung, bei jenen beiden Gattungen dagegen durch simultane Theilung. —

Die Entwicklung der Zellen, aus denen bei *Halosphaera* durch Zweitheilung die Zoosporen gebildet werden, erfolgt, wie wir gesehen haben, durch simultane Theilung der Mutterzelle in zahlreiche Tochterzellen, durch Vielzellbildung, wie dies STRASBURGER in seinem Werke über Zellbildung und Zelltheilung bezeichnet. Die Einzelheiten dieses Vorganges lassen denselben nun als eine interessante, bisher noch nicht beobachtete Modification der Vielzellbildung erkennen. STRASBURGER hebt (l. c. p. 226, II. franz. Ausg. p. 253—254) ausdrücklich hervor, dass bei den bisher beobachteten Fällen der Vielzellbildung constant der Zellkern schwindet und an seiner Statt entweder so viel neue Zellkerne, als Zellen entstehen, auftauchen oder diese Zellen ohne Zellkerne sich bilden. Der oben geschilderte Vorgang von *Halosphaera* bietet uns ein Beispiel dafür dar, dass der Zellkern der Mutterzelle nicht schwindet, vielmehr durch wiederholte Zweitheilung in ebenso viele Zellkerne sich theilt als neue Zellen entstehen sollen, und dass darnach erst die Zertheilung des Plasmas in zahlreiche Tochterzellen simultan erfolgt.

1) DE BARY u. STRASBURGER, *Acetabularia mediterranea*. Bot. Zeitung 1877. p. 713 ff.

2) ROSTAFINSKI u. WORONIN, Ueber *Botrydium granulatum*. Bot. Ztg. 1877. No. 41 und 42.

Diese Modification der Vielzellbildung zeigt somit eine interessante Zwischenform zwischen der Bildung zahlreicher Tochterzellen durch wiederholte Zweitheilung der Mutterzelle (mit Theilung des Kernes) und der Bildung derselben durch simultane Theilung der Mutterzelle (mit oder ohne gleichzeitiges Auftreten zahlreicher neuer Zellkerne). Sie mag deshalb auch sehr geeignet erscheinen, den letzteren Fall schematisirend auf den ersteren Fall der wiederholten einfachen Zweitheilung zurückzuführen<sup>1)</sup>.

In gleicher Weise verbindet der vorliegende Fall der Zoosporenbildung auch die verschiedenen Formen der Bildung zahlreicher Zoosporen aus einer Mutterzelle, wie sie bei anderen grünen Algen beobachtet werden.

Bei *Ulothrix* z. B. erfolgt nach den übereinstimmenden Beobachtungen zahlreicher Autoren und zumal den ausführlichen neuesten Mittheilungen von DODEL<sup>2)</sup> die Bildung zahlreicher Zoosporen in den Zellen der vegetativen Fäden stets durch wiederholte Zweitheilung des Zellplasmas. Hier bei *Halosphaera* dagegen findet nur eine wiederholte Zweitheilung des Zellkernes statt, während nachträglich das gesammte Plasma simultan in zahlreiche Tochterzellen sich theilt.

Andererseits zerfällt bei zahlreichen anderen grünen Algen, z. B. *Hydrodictyon*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Bryopsis*, *Acetabularia*, der plasmatische Wandbeleg der Mutterzelle durch simultane Theilung in zahlreiche Tochterzellen, die zu Zoosporen werden. Ganz der gleiche Vorgang der simultanen Theilung des Plasmas erfolgt auch hier bei *Halosphaera*, nur mit dem Unterschiede, dass hier der Theilung des Plasmas eine wiederholte Zweitheilung des Zellkernes (der jenen genannten Gattungen, so weit die bisherigen Angaben und meine eigenen Untersuchungen ein Urtheil erlauben, vollständig fehlt) vorhergeht, und dass dann um diese Zellkerne als Anziehungsmittelpunkte die simultane Theilung des Plasmas in zahlreiche Tochterzellen erfolgt. — Von den genannten Gattungen<sup>3)</sup> aber stimmen *Cladophora*, *Hydrodictyon*<sup>4)</sup> und

1) Vergl. STRASBURGER, l. c. p. 226 (p. 253): »Auch die Vorgänge der Vielzellbildung — sind, sicher durch Verkürzung, aus einer Reihe ursprünglich aufeinander folgender Zweitheilungen hervorgegangen. Zahlreiche Mittelstufen sprechen noch dafür«.

2) A. DODEL, *Ulothrix zonata*. PRINGSHEIM's Jahrb. für wissenschaft. Botanik. Bd. X. p. 433 ff.

3) Bei *Chaetomorpha* und *Bryopsis* war es mir bisher noch nicht möglich bei der geringen Grösse der Zoosporen und der raschen Aufeinanderfolge der einzelnen Entwicklungsstadien ein analoges Auftreten farbloser Stellen im Plasma zu beobachten.

4) A. BRAUN, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. 1851. p. 280—281.

Acetabularia <sup>1)</sup> auch dadurch näher mit Halosphaera überein, dass auch bei ihnen in dem plasmatischen Wandbeleg zuerst zahlreiche kleine farblose Stellen sichtbar werden, um welche Anziehungsmittelpunkte dann die Chlorophyllkörner zu dichten halbkugeligen Hüllen sich ansammeln, ganz wie dies bei Halosphaera um die Zellkerne stattfindet <sup>2)</sup>. In dem farblosen Plasma zwischen jenen einzelnen grünen Ballen treten dann weiterhin die Trennungsspalten auf, welche das gesammte Plasma in zahlreiche Tochterzellen zerlegen, ebenso wie bei Halosphaera in der farblosen Plasmamasse, welche die einzelnen grünen Plasmaanhäufungen verbindet, die Trennung erfolgt, die erst die Individualisirung der einzelnen Tochterzellen zur Folge hat: nur dass bei Halosphaera diese Zertheilung des Plasmas viel langsamer erfolgt und in ihren Einzelheiten weit deutlicher und klarer zu erkennen ist. —

Derjenige Vorgang endlich, der, wie mir scheint, durch die Entwicklung der Zoosporen von Halosphaera am meisten Aufklärung gewinnt, ist der Vorgang der Aussaat der Zoosporen. Es sei erlaubt, hier noch in Kürze mit dem Vorgange bei Halosphaera die analogen Gestaltungsvorgänge einiger anderer grüner Algen zu vergleichen.

Bei Halosphaera wird, wie oben des Näheren auseinandergesetzt worden ist, nach vollendeter Ausbildung der Tochterzellen der Turgor der ganzen Zelle, die Spannung zwischen hydrostatischem Druck von innen und Elasticität der Membran, die hier ebensowenig wie bei irgend einer anderen lebensthätigen Zelle fehlt, bedeutend gesteigert durch eine beträchtliche Zunahme der Wasser aufsaugenden Kraft, des Imbibitionsstrebens, des Zellinhaltes. Gleichzeitig damit macht sich auch in der inneren Membranhälfte, die von der äusseren Membranschicht ganz verschieden differenzirt ist, ein bedeutendes Ausdehnungsstreben, eine bedeutende Wasser anziehende Kraft, geltend und verstärkt den Druck, den der Zellinhalt auf die Membran, resp. die äussere Schicht dieser Membran ausübt. Diesem Drucke von innen vermag die stark gedehnte

1) Vergl. die Entstehung der Sporen in den Strahlen des Schirmes bei WORONIN, Recherches sur les algues marines Acetabularia et Espera. Annales des sciences naturelles. 4. série. Tome 16. p. 6 des Separat-Abdrucks; — die Entstehung der zahlreichen Zoosporen aus dem Inhalt der Ruhesporen bei DE BARY und STRASBURGER, Acetabularia mediterranea. Botanische Zeitung. 1877. p. 723, 739—740.

2) Ich möchte deshalb diese localen Ansammlungen farblosen Plasmas, auch ohne dass dieselben gegen das übrige Plasma als selbständige Plasmakörper scharf abgegrenzt sind, entschieden mit den deutlich individualisirten Zellkernen von Halosphaera und anderen Algen in Parallele stellen, wie auch schon A. BRAUN (l. c. p. 255) gethan hat.

äussere Membranschicht endlich nicht mehr zu folgen und zerreisst. Sie zieht sich zugleich stark zusammen, während die innere Membranschicht, nunmehr durch nichts mehr gehemmt, ihrem Ausdehnungsstreben Folge leisten kann. Beide Membranschichten lösen sich dabei infolge der beträchtlichen Grössenänderung in ganz entgegengesetztem Sinne vollständig von einander ab<sup>1)</sup>. Die innere Membranschicht bleibt als Membran des ebenfalls stark ausgedehnten Zellinhaltes eine Zeitlang erhalten. Dann aber quillt sie allmählig im Wasser zu dünnflüssigem Schleime auf und entlässt die nunmehr vollständig ausgebildeten Zoosporen ins umgebende Wasser.

Ganz analog ist der Vorgang der Sporentleerung bei *Chaetophora endiviaefolia*<sup>2)</sup>, den ich wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte. Jede Mutterzelle entwickelte in den beobachteten Fällen der Bildung von Makrozoosporen eine oder meist zwei Zoosporen. Im letzteren Falle theilte sich das Plasma der Mutterzelle horizontal, bald mit, bald ohne Ausscheidung einer sehr dünnen trennenden Scheidewand, die im Wasser stark aufquoll. Bei vollständiger Ausbildung der Sporenzellen nahm auch hier der Turgor der Mutterzelle beträchtlich zu durch ein zunehmendes Imbibitionsstreben des Zellinhaltes (der Zoosporen und der leicht quellbaren Scheidewand), wozu auch hier ein bedeutendes Ausdehnungsstreben der innersten Membranschicht hinzutrat. Längere Zeit hindureh widerstand die äussere Hälfte der Membran passiv gedehnt, diesem von innen her wirkenden Drucke, bis sie endlich durch einen ringsumlaufenden Querriss sich spaltete und gleichzeitig von der inneren Membranschicht sich ablöste, um bald im umgebenden Wasser zu verschwinden<sup>3)</sup>. (Nur die mittleren Schichten der Querwände zwischen den einzelnen Zellen einer jeden Zellreihe blieben als kreisrunde Scheiben noch lange erhalten.) Gleichzeitig dehnte sich die

1) Dieses Aufspringen der Zelle von *Halosphaera viridis* zeigt sehr viel Analogie mit den Erscheinungen, die bei der Keimung der Sporen zahlreicher Thallophyten stattfinden. Es sei hier nur kurz an die Thatsachen bei der Keimung der Sporen von *Protomyces macrosporus* erinnert (vergl. DE BARY, Beiträge zur Morphologie der Pilze. I).

2) Andere nahe verwandte Algen entleeren ihre Zoosporen aus den Sporangialzellen den vorliegenden Angaben zufolge in anderer Weise, als ich dies bei *Chaetophora endiviaefolia* beobachtet habe. Vergl. z. B. die Angaben von CIENKOWSKI über *Stigeoclonium* in der Bot. Zeitung 1876.

3) Nach den Angaben von WALZ (Ueber die Entleerung der Zoosporangien. Botanische Zeitung 1870. p. 705) quillt bei der Zoosporentleerung von *Chaetophora* sp. die ganze Masse der Wand durch Wasseraufnahme auf und dehnt sich zu einer weiten Blase aus. Nach meinen Beobachtungen muss ich jedoch entschieden ein verschiedenes Verhalten der beiden Membranhälften wenigstens für *Ch. endiviaefolia* behaupten.

innere Membranschicht beträchtlich aus unter reichlicher Aufnahme von Wasser, und ebenso ward durch den Zellinhalt reichlich Wasser aufgenommen, so reichlich, dass die durch Wasseraufnahme gedehnten Zoosporen nicht mehr die ganze innere Höhlung ausfüllten, sondern mit Hilfe ihrer Cilien in dem Wasser dieses Hohlraumes sich umherzubewegen vermochten. Nach einiger Zeit quoll dann die stark gedehnte Membran schleimig auf und verschwand, den Zoosporen den Austritt in das umgebende Wasser ermöglichend.

Etwas abweichend ist die Mechanik des ganzen Vorganges der Zoosporentleerung in solchen Fällen, in denen die äussere Schicht der Mutterzellmembran nicht vollständig zersprengt wird, sondern nur eine kleine Oeffnung in derselben auftritt. Als Beispiel für diesen Modus sei hier *Ulothrix* genannt, deren Sporenbildung durch die Arbeiten von CRAMER<sup>1)</sup> und DODEL<sup>2)</sup> am genauesten bekannt geworden ist. Bei *Ulothrix* nimmt ebenso wie in den zuvor genannten Fällen nach vollständiger Ausbildung der Zoosporen der Druck, dem die äussere Membranhälfte von innen her ausgesetzt ist, beträchtlich zu. Dieser Druck kommt auch hier zu Stande durch das gleichzeitige Zusammenwirken eines stets zunehmenden Imbibitionsstrebens des Zellinhaltes (Zoosporen und Zwischensubstanz<sup>3)</sup> derselben) und eines beträchtlichen Ausdehnungsstrebens der innersten Membranschicht. Dann beginnen die beiden äusseren passiv gedehnten Membranschichten an einer bestimmten Stelle local aufzuquellen. Sobald diese Aufquellung weit genug vorgeschritten ist, wölbt sich an dieser Stelle, an der nunmehr der Gegendruck der gedehnten äusseren Membranhälfte verschwindet, die innerste Membranschicht nach aussen hervor. Innerste Membranschicht und Zellinhalt dehnen sich nun unter Wasseraufnahme beträchtlich aus. Ein Theil des Zellinhalts tritt dabei in Folge des gegenseitigen Druckes in den vorgestülpten Theil der inneren Membranschicht hinaus. Diese selbst aber dehnt sich unter Wasseraufnahme in ihrer ganzen Fläche beträchtlich aus und löst sich infolge dessen gleichzeitig von der sich zusammenziehenden äusseren Membranhälfte ab. Der hervorgetretene Theil des Zellinhalts aber dehnt sich durch Wasseraufnahme, die hier

1) CRAMER, Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmersporen von *Ulothrix*. Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellschaft zu Zürich. Bd. XV.

2) DODEL, *Ulothrix zonata*. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. X.

3) Mit diesem Ausdruck fasse ich hier, wie auch schon früherhin, der Kürze wegen alles zusammen, was ausser den nackten Zoosporen noch innerhalb der Mutterzelle zur Zeit vorhanden ist: Die mehr oder weniger entwickelte »quellbare Demarkationssubstanz« DODEL's (vergl. l. c. p. 466), die centrale Vacuole und etwa noch vorhandene Wasser anziehende Substanzen in der Zellflüssigkeit.

natürlich viel leichter und schneller erfolgen kann als an dem noch im Innern der Mutterzelle eingeschlossenen Theile, stärker aus als der Ausdehnung der wassergesättigten inneren Membran entspricht, und dehnt dadurch diesen ausgestülpten Theil derselben passiv. Infolge der Elasticität dieser Membran übt nunmehr dieser passiv gedehnte Theil derselben einen Zug aus auf den noch eingeschlossenen Theil und zieht diesen allmählig nach aussen hervor, so dass zuletzt der gesammte aufgequollene Zellinhalt, von der inneren Membran als hyaliner Blase umgeben, vor die Oeffnung der Mutterzelle zu liegen kommt. Hier quillt dann bald diese Membran gallertig auf zu dünnflüssigem Schleim und gestattet somit den Zoosporen, sich frei im Wasser zu vertheilen<sup>1)</sup>.

1) Ich habe in der obigen Darstellung der Zoosporentleerung von Ulothrix ein Moment ganz bei Seite gelassen, das von CRAMER und DODEL (cf. DODEL, l. c. p. 473) als eine wesentliche mitwirkende Kraft hervorgehoben wird, nämlich den Druck der angrenzenden Zellen desselben Zellfadens. Allerdings wirkt dieser Druck wesentlich mit bei der Entleerung einer Zoosporenmutterzelle. Allein dieser Druck ist doch nur wirksam bei Zellen, deren Nachbarzellen noch nicht entleert sind, während er dagegen bei isolirten Zellen als mitwirkende Ursache ganz wegfällt. Ich habe denselben deshalb als eine nur in einzelnen Fällen secundär mitwirkende Ursache in der obigen Darstellung ganz bei Seite gelassen.

Ferner habe ich in der obigen Darstellung der Elasticität der inneren Membran eine wesentliche Rolle bei der Entleerung der Zelle zugeschrieben, ebenso wie es auch CRAMER früherhin (nach dem Citat bei DODEL, p. 473—474) gethan hat. DODEL hat sich in seiner ausführlichen Arbeit über Ulothrix gegen diese Mitwirkung der Elasticität der inneren Membran ausgesprochen. Er sagt ausdrücklich (l. c. p. 474): »Meine Beobachtungen drängen mir entgegen der CRAMER'schen Annahme den Schluss auf, dass die Umhüllungsblase sowohl, als auch die »centrale Blase« und die Demarkationssubstanz vor und während der Geburt ebenso wie die Zoosporen viel Wasser aufnehmen und bei diesem Quellungsprocess die letzten Functionen des Gebärapparates übernehmen, um gleich darauf zu zerfliessen«. Dagegen muss ich betonen, dass diese von DODEL hervorgehobenen Momente keineswegs ausreichen, um ein vollständiges Hervortreten des gesammten Zellinhaltes mitsammt der membranartigen Umhüllungsblase zu bewerkstelligen. Diese Momente reichen nur hin, um den Zellinhalt zum Theil aus der Mutterzelle hervorzudrängen, keineswegs aber um »die letzten Functionen des Gebärapparates« zu übernehmen«. Das zeigen ja auch schon zur Genüge die Beispiele von Zerreißung der inneren Membran vor der vollständigen Entleerung der Mutterzelle, Beispiele, die DODEL selbst mittheilt (l. c. p. 457, 461. Taf. XXXIV, Fig. 23 c u. d). Zu einer vollständigen Entleerung der Mutterzelle bedarf es vielmehr, wie schon CRAMER richtig erkannt hatte, durchaus der Mitwirkung der Elasticität der inneren Membran, die während der Entleerung der Mutterzelle ihre Natur als elastische Membran noch unverändert erhalten hat, erst später nach dem Hervortreten, wenn auch alsdann sehr schnell, im Wasser zu Schleim verquillt.

Ueberhaupt scheint mir DODEL die beiden Vorgänge der Ausdehnung der inneren Membran unter Wasseraufnahme und der Verschleimung derselben in seiner Darstellung viel zu wenig auseinandergehalten zu haben. Aus verschiedenen Stellen



An diesen Modus der Zoosporentleerung, der noch bei zahlreichen anderen grünen Algen stattfindet, reiht sich dann, durch einzelne Uebergangsformen verbunden, derjenige Modus an, bei welchem die innerste Membranschicht keine besondere selbständige Rolle spielt, der Modus der Zoosporentleerung, der bei *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Bryopsis* und zahlreichen anderen Algen der gesetzmässige ist. Hier wird die Zunahme des Turgors der Zelle zur Zeit der fertigen Ausbildung der Zoosporen ausschliesslich durch das wachsende Imbibitionsstreben des Zellinhaltes (auch hier Zoosporen und Zwischensubstanz, <sup>1)</sup> bewirkt ohne Betheiligung der innersten Membranschicht. Gleichzeitig beginnt hier die Membran an einer oder mehreren Stellen local aufzuquellen. Und zwar ist es bei den genannten Gattungen, so weit ich beobachtet habe, überall eine mittlere Membranschicht, welche zuerst aufquillt und dadurch die äusserste Membranschicht papillenartig nach aussen vorwölbt. Dann quillt auch die äusserste Membranschicht an dieser Stelle gallertig auf, und endlich beginnt auch die innerste Schicht sich hier etwas zu lockern. Diese aufgelockerte Stelle wird aber dann sehr bald von innen her durch den Druck des Zellinhaltes, der reichlich Wasser aufsaugt, durchbrochen, noch bevor sie sich vollständig zu dünnflüssigem Schleim aufgelöst hat, und nun eilen die Zoosporen, die schon vorher im Innern der Mutterzelle sich umherbe-

seiner Abhandlung muss man entnehmen, dass er die Ausdehnung der inneren Membran nur als eine Folge ihrer Verschleimung betrachtet. Mir scheinen jedoch die thatsächlichen Vorgänge bei *Ulothrix* (und weit deutlicher noch bei *Halosphaera*) entschieden dafür zu sprechen, dass beide Processe begrifflich scharf auseinander gehalten werden müssen, wenn sie auch oft sehr rasch aufeinander folgen. — Vergl. die Angaben von A. BRAUN über die analogen Vorgänge bei *Hydrodictyon*, *Pediastrum* u. a. (Verjüngung p. 172, 282 ff., 353 u. s. w.)

1) Schon THURET bemerkt in seinen *Recherches sur les zoospores des algues* (*Annales des sciences naturelles; botanique*. 3 série; tome 14. 1851. p. 36 des Sep.-Abdr.), dass in den obengenannten Fällen neben den Zoosporen zweifellos noch eine farblose flüssige Gallertmasse (un liquide mucilagineux incolore) vorhanden sei, welche energisch Wasser aufsaugt und bei der Oeffnung der Sporangien wesentlich mitwirkt.

2) WALZ (Ueber die Entleerung der Zoosporangien. l. c. p. 704 ff.) schildert die Entleerung der Zoosporen von *Cladophora* in etwas abweichender Weise. Nach seinen Angaben quillt eine innere Membranschicht innerhalb des noch geschlossenen Sporangiums gallertig auf zu mehr oder minder dünnflüssigem Schleim und erzeugt so jene Wasser aufsaugende Substanz im Innern der Zelle, deren Imbibitionsstreben wesentlich den Druck des Inhalts auf die Sporangiummembran bewirkt. Ich habe von einem solchen Aufquellen der innersten Membranschicht niemals etwas bemerkt und möchte deshalb auch bei *Cladophora*, wie in den anderen oben genannten Fällen, jene Wasser aufsaugende Zwischensubstanz als ein Product des Zellinhaltes, nicht der Membran ansehen.

wegten, durch die entstandene Oeffnung in das umgebende Wasser davon. Dass auch hier vor der Durchbrechung jener Oeffnung in der Zelle ein bedeutender Druck des sich ausdehnenden Inhaltes auf die Membran vorhanden war, lässt sich deutlich erkennen, wenn man sieht, wie zunächst nach der Durchbrechung jener Oeffnung die Zoosporen in dichter Masse, deutlich passiv getrieben, aus der entstandenen Oeffnung nach aussen hervorstürzen, während sie späterhin weit langsamer schwimmend und mehr vereinzelt die Oeffnung passiren.

Mit den genannten Fällen sind natürlich noch keineswegs alle vorhandenen Typen der Zoosporementleerung erschöpft. Allein es würde hier viel zu weit führen, noch weiter auf die einzelnen thatsächlichen Vorgänge bei anderen Algen einzugehen. Die gegebenen Beispiele sollten nur dazu dienen, den Vorgang der Zoosporenbildung von Halosphaera mit analogen Vorgängen bei anderen Algen in Vergleich zu setzen und diesen in seinen Einzelheiten leicht übersichtlichen Vorgang zu benutzen, um andere Fälle, bei denen die rasche Aufeinanderfolge der einzelnen Prozesse eine klare Einsicht in die Einzelheiten erschwert, leichter verständlich zu machen.

Neapel, den 31. Mai 1878.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel III.

(Figur 1—3 100fach vergrössert, Figur 4—11 300fach, Figur 12—15 ca. 150fach.)

Fig. 1. Einzelne Zelle von Halosphaera viridis, deren Zellkern durch wiederholte Zweitheilung eine grössere Anzahl von Zellkernen gebildet hat.

Fig. 2. Desgl. Der plasmatische Wandbeleg der Zelle hat sich rings um die sehr zahlreichen Zellkerne zu flach halbkugeligen Massen angesammelt.

Fig. 3. Desgl. Nach vollständiger Ausbildung der Tochterzellen ist die äussere Membranschicht aufgesprungen, die innere hat sich merklich ausgedehnt. Innerhalb derselben haben sich die Tochterzellen von der Membran abgelöst.

Fig. 4. Bildung der Tochterzellen. Der dünne plasmatische Wandbeleg zwischen den einzelnen flach halbkugeligen Plasmaansammlungen beginnt sich zu trennen, zahlreiche Lücken haben sich bereits in demselben gebildet.

Fig. 5. Abnorme Bildung zweier Tochterzellen, deren Zellkerne zu nahe aneinander gerückt waren.

Fig. 6. Tochterzelle unmittelbar nach der Theilung der Mutterzelle, der Membran derselben noch dicht anliegend.

Fig. 7—9. Theilung der Tochterzellen zur Bildung der Zoosporen.

Fig. 10—11. Zoosporen; Fig. 10 im optischen Längsschnitt.

Fig. 12. Theilung einer Tochterzelle in vier Zoosporen.

Fig. 13—15. Abnorme Bildungen. Aus einer Tochterzelle wurden durch unvollständige Theilung zwei (Fig. 15), fünf (Fig. 13) und zwölf (Fig. 14) Zoosporen gebildet, die sich nicht vollständig von einander getrennt haben.